

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-178179

(43)Date of publication of application : 25.06.2002

(51)Int.Cl.

B23K 26/00
B23K 26/06
C03B 33/09

(21)Application number : 2000-377266

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 12.12.2000

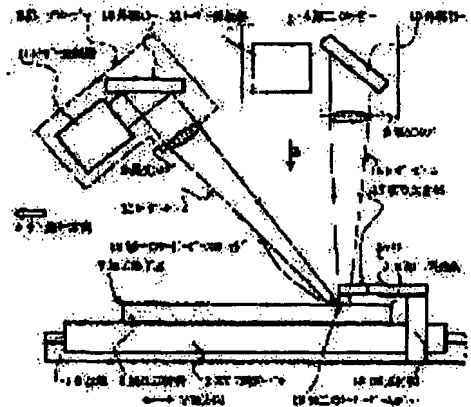
(72)Inventor : IWAZU SATOSHI
SAWADA NAOKI

(54) CRACKING DEVICE AND METHOD FOR THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cracking device and method which easily and cost-effectively cracks a material to be processed with high accuracy along a line planned for cracking without the generation of processing scrap.

SOLUTION: This cracking device has a first laser 3 for generating a first laser beam spot 12 by heating the planned line for cracking of the material 1 to be processed and a second laser 4 for generating a second laser beam spot 16 to be overlapped on part of the first laser beam spot 12 and is provided with a mask 5 of a second laser beam in such a manner that the first and second lasers 3 and 4 move relatively to the material 1 to be processed and at least a portion of the second laser beam spot 16 has a width equal to the overlapped portions of the first and second laser beam spots 12 and 16 or below the same toward an upstream side and the cracking method for the same.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-178179

(P2002-178179A)

(43) 公開日 平成14年6月25日 (2002.6.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 2 3 K 26/00	3 2 0	B 2 3 K 26/00	3 2 0 E 4 E 0 6 8
26/06		26/06	J 4 G 0 1 6
C 0 3 B 33/09		C 0 3 B 33/09	

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-377268(P2000-377268)

(22) 出願日 平成12年12月12日 (2000. 12. 12)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号

(72) 発明者 岩津 聡

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 沢田 直樹

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100076059

弁理士 逢坂 宏

Fターム(参考) 4E068 AE00 CB06 CD02 CD05 CD10

CE02 DA10 DB13

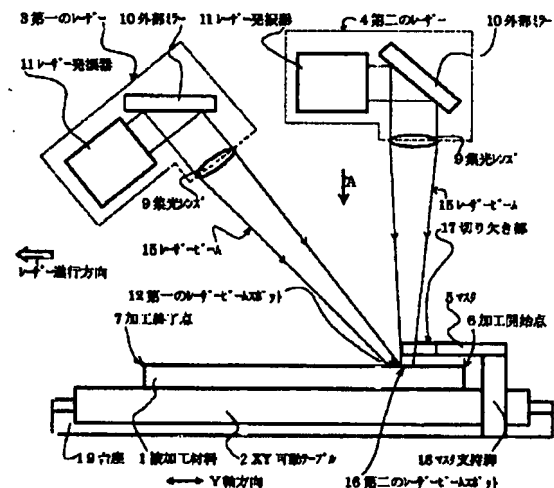
4G015 FA01 FA06 FB01

(54) 【発明の名称】 切断装置及びその方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 加工屑の発生なしに、切断予定線に沿って高精度の切断を容易かつ経済的に行なえる切断装置及びその方法を提供すること。

【解決手段】 被加工材料1の切断加工予定線を加熱して第一のレーザービームスポット12を生じさせる第一のレーザー3と、第一のレーザービームスポット12の一部に重複する第二のレーザービームスポット16を生じさせる第二のレーザー4とを有し、第一及び第二のレーザー3及び4が被加工材料1に対して相対的に移動し、かつ、第二のレーザービームスポット16の少なくとも一部分が上流側に向かって第一及び第二のレーザービームスポット12及び16の重複部分と同等若しくはそれ以下の幅を有するように、第二のレーザービームのマスク5を設ける切断装置及び切断方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被加工材料の被切断位置を加熱して第一の加熱部を生じさせる第一の加熱手段と、前記第一の加熱部の一部に重複する第二の加熱部を生じさせる第二の加熱手段とを有し、前記第一及び第二の加熱手段が前記被加工材料に対して相対的に移動し、かつ、前記第二の加熱部の少なくとも一部分が上流側に向かって前記第一及び第二の加熱部の重複部分と同等若しくはそれ以下の幅を有している切断装置。

【請求項2】 前記第一及び第二の加熱手段に加熱ビームが用いられ、前記第二の加熱部が、加熱ビームを部分的に遮蔽するマスク手段によって形成される、請求項1に記載の切断装置。

【請求項3】 前記マスク手段に設けられた切り欠き部によって前記第二の加熱部が形成される、請求項2に記載の切断装置。

【請求項4】 前記第二の加熱部の外側が冷却手段によって冷却される、請求項1又は2に記載の切断装置。

【請求項5】 前記第一及び第二の加熱部が、前記被切断位置に関して対称的な形状をなしている、請求項1に記載の切断装置。

【請求項6】 被加工材料の被切断位置を加熱して加熱部を生じさせる加熱手段が前記被加工材料に対して相対的に移動し、かつ、前記加熱部が、上流側に向かって幅の狭くなる領域を有している切断装置。

【請求項7】 前記加熱手段に加熱ビームが用いられ、前記加熱部が、加熱ビームを部分的に遮蔽するマスク手段によって形成される、請求項6に記載の切断装置。

【請求項8】 前記マスク手段に設けられた切り欠き部によって前記加熱部が形成される、請求項7に記載の切断装置。

【請求項9】 前記加熱部の外側が冷却手段によって冷却される、請求項6又は7に記載の切断装置。

【請求項10】 前記加熱部が、前記被切断位置に関して対称的な形状をなしている、請求項6に記載の切断装置。

【請求項11】 被加工材料の被切断位置を加熱して第一の加熱部を生じさせる第一の加熱手段と、前記第一の加熱部の一部に重複する第二の加熱部を生じさせる第二の加熱手段とを前記被加工材料に対して相対的に移動させながら加熱を行ない、この際、上流側に向かって前記第一及び第二の加熱部の重複部分と同等若しくはそれ以下の幅をなすように、前記第二の加熱部の少なくとも一部分を形成する切断方法。

【請求項12】 前記第一及び第二の加熱手段に加熱ビームを用い、前記第二の加熱部を、加熱ビームを部分的に遮蔽するマスク手段によって形成する、請求項11に記載の切断方法。

【請求項13】 前記マスク手段に設けられた切り欠き部によって前記第二の加熱部を形成する、請求項12に

記載の切断方法。

【請求項14】 前記第二の加熱部の外側を冷却手段によって冷却する、請求項11又は12に記載の切断方法。

【請求項15】 前記第一及び第二の加熱部を、前記被切断位置に関して対称的な形状とする、請求項11に記載の切断方法。

【請求項16】 被加工材料の被切断位置を加熱して加熱部を生じさせる加熱手段を、前記被加工材料に対して相対的に移動させながら加熱を行ない、この際、上流側に向かって幅が狭くなる領域を有するように、前記加熱部を形成する切断方法。

【請求項17】 前記加熱手段に加熱ビームを用い、前記加熱部を、加熱ビームを部分的に遮蔽するマスク手段によって形成する、請求項16に記載の切断方法。

【請求項18】 前記マスク手段に設けられた切り欠き部によって前記加熱部を形成する、請求項17に記載の切断装置。

【請求項19】 前記加熱部の外側を冷却手段によって冷却する、請求項16又は17に記載の切断方法。

【請求項20】 前記加熱部を、前記被切断位置に関して対称的な形状とする、請求項16に記載の切断方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、切断装置及びその方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体ウエーハやガラス（例えば、CCDカメラの表面を形成する）等の脆性材料を切断（ダイシング）する方法としては、従来、研磨材を使用する研削、或いは、レーザービームによる溶断等の方法があるが、これ等の方法によると、いずれの場合も、加工点に熱による歪みが発生（レーザービームによる溶断時）したり、機械的な構造破壊（研削時）の発生によって加工点の周辺に研削割れが生じる等の材料の劣化を伴うという欠点があり、又、研磨屑の発生や蒸発や溶融による材料の損失・ゆがみ等が避けられない等の欠点がある。

【0003】そこで、このような欠点を解消する為に、レーザービームの照射によって生じる熱応力を利用して材料を切断する、いわゆる、レーザー切断方法が、例えば、特許平7-323384公報「脆性材料の切断方法」に提案されている。

【0004】この方法は、脆性材料に、予め切欠き等により加工予定線を形成しておき、その近傍にレーザービームを照射して、その加熱によって発生する熱応力により微小亀裂を発生させ、さらに、レーザービームを加工予定線に沿う方向に誘導する事によって、亀裂を加工予定線上で発生させて材料の分子間の結合を切って切断するというものである。

【0005】しかし、この技術を実際に実施しようとし

た場合に、予め材料にある程度の深さ以上の切欠きがないと加工予定線通りに切断する事ができず、その場合、切り屑を発生させてしまい、その為に、材料の損失が少なくなるという利点が若干失われてしまう。又、加工の手間としては、そのまま切り欠きなしで切断してしまっても結果が変わらなくなってくるという問題が指摘されている。

【0006】そして、もし、切欠きを用いた加工予定線を予め形成しなかった場合には、特に加工材料において、加工予定箇所を挟んで材料の両側の幅が対称でないものでは両側のそれぞれの材料の体積や表面積等が違ふ為に、それぞれの剛性をも違ってしまう、加工予定線に発生する熱応力に不均衡が生じてレーザーのスポットの中心から外れた部分で切断が起こり、レーザーの誘導通りに切断を行う事ができないという問題もある。

【0007】これに対し、例えば、特開平7-323385公報「脆性材料の切断方法」、特許平7-328781公報「脆性材料の切断方法」、特開平9-1370公報「切断加工方法及び切断加工装置」、特開平11-10374公報「切断加工方法」、特開平11-10375公報「切断加工方法」等で、切断予定線を挟んだ両側の幅が非対称なものに対しても、レーザーの誘導通りに切断するための制御方法が開示されている。

【0008】しかし、加工用の熱源を2個以上準備して全体の熱量をセンサー等で監視しながら、亀裂発生部分の熱が均等に分布するようにそれぞれの熱源の熱量を調整する技術や、又、常に画像等で加工部分を監視しながら加工し、もし亀裂が加工予定線からずれた場合には、レーザーの位置を調整して加工予定線にもどるように誘導する技術等があるが、いずれも制御に大変高度な技術が必要であり、設備等にも多くの費用がかかり、実用化は難しいものが多かった。

【0009】なお、ここで、従来の切断方法としては、レーザービームにより起こる高温部と、レーザー通過後の自然冷却による温度低下部とで発生する温度勾配（温度差）から加工予定線に亀裂を発生させる方法も存在していたが、さらに、レーザービームの通過後の熱をもった部分に、冷風を当てることにより急冷し、亀裂の発生を促進させる方法もあった。

【0010】即ち、特許第3027768号「脆性非金属材料の分断方法」等では、簡易制御法として、強制冷却により、材料の任意の箇所熱応力差を発生させて切断する手法が提案されているが、実際に、半導体ウエーハやガラス等で実施してみると、これ等が熱伝達性の悪い材料である為に、冷却風を当てた部分（表面）では綺麗にクラックが入るが、完全には材料を切断できず、最終的には機械的にかつ強制的に分断しなければならない為に、切り屑も手間も発生し、実用的ではなかった。

【0011】さらに、この方法によると、吹き出し口から冷風を放出してしまうので、被加工材料上における冷

却部分が広がってしまい、冷却点を絞れないので切断ラインが不均一となることがあった。又、冷却用に冷媒等のガスを使用するので、冷却装置の構造が複雑になったり、放出されたガスを再利用できないという欠点もあった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ここで図14の(a)及び(b)に示すように、従来までの加工法では、レーザー53から集光レンズ58を通して被加工材料51に照射されると共に矢印の方向へ移動するレーザービーム54により起こる高温部（レーザービーム径60）と、レーザービーム54の通過後の自然冷却によって生じる温度低下部とで発生する温度勾配（温度差）から、ステージ52に載置された被加工材料51に亀裂を発生させていたために、加工開始点65と加工終了点66とを結ぶ切断加工予定線57の両側で材料の幅等が非対称であった場合（図14(b)参照）には、その放熱効率の差によって、温度分布が切断加工予定線57を中心に左右対称にはならずずれ、これに伴って発生する熱応力も偏りが発生してしまっていた。

【0013】それが、図14の(a)及び(b)に示すように、被加工材料51で、切断加工予定線57の両側で材料が非対称であった場合に、切断が対称時切断辺55に示されるように切断加工予定線57通りに直線に行かずに、非対称時切断辺56に示すように、切断線が弧状にずれてしまう原因と考えられ、又、問題となっていた。

【0014】なお、この非対称な形に被加工材料51が切断される時の挙動を解析を用いて確認すると、切断加工予定線57を境とした時に、被加工材料51の剛性の弱い（幅や形等が小さい）側に発生した熱応力が漏れてたわみとなって作用し、それが、結果的に弧状に切断加工線がずれてしまう原因となっていることが確認できた。

【0015】それは、従来、図17(a)に示すように、被加工材料51をL1部及びL1部よりも幅の短いL2部のそれぞれの幅に切断加工する際には、切断加工予定線57に沿ってレーザービームスポット59によって生じる加熱部を、レーザー進行方向に向かって移動させて熱分布線62を生じさせて行なう。

【0016】この際に、図17の(b)に示すように、L1部よりも幅の短いL2部の剛性が小さいために、レーザービームスポット59の加熱によって切断加工予定線57付近が局所的に膨張すると、L2部側の応力が大きくなって歪んでしまう。即ち、加熱部分の局所的な膨張によって圧縮力が働き、その外周部には引っ張り力が生じるという応力分布は、剛性の低いL2部側にシフトする。

【0017】その結果、図17の(c)に示すように、実際の切断線61は剛性の低いL2部側へ膨らんで弧を

描くような形状になり、切断加工予定線57から大きくずれてしまい、切断加工予定線57に忠実な高精度の加工ができなかった。

【0018】次に、図15に示すように、レーザーによるレーザービーム照射を受けた部分である加熱部63（円形にて図示）は加熱されるために、切断加工線57上のレーザービームセンター20から円形の加熱部63の外周部に向かって矢印9の方向へ膨張する。しかし、その外周部は相対的にその影響を受けて伸ばされるために、切断加工予定線57に沿って矢印9の方向にそれぞれ引っ張り応力を受ける。又、加熱部63は逆に圧縮応力を受ける。

【0019】なお、XY可動テーブル（図示せず）の動きによりレーザービームが、被加工材料51の端部である加工開始点65から加熱してゆき、レーザービームの移動によってビーム径より若干内側まで照射された場合を考えると、膨張を受ける外周部で一番材料の薄い部分、即ち、レーザービームの移動した位置の後方のA部が一番剛性が低いため、引っ張り応力が矢印bに示すように集中する。この引っ張り応力により、被加工材料51に亀裂が発生し進行する。

【0020】即ち、レーザービームセンター20から加工開始点65までの距離L1がレーザービームセンター20から加工終了点66までの距離L2や切断加工線57から被加工材料51のそれぞれの外辺部67までの距離であるL1及びL2等より小さいので、A部は剛性が弱く、引っ張り応力が強大になる。そのために、クラックが発生し進展する。

【0021】この時の、被加工材料51上の最大主応力の分布を、有限要素法解析によりシミュレートしたのが図16である。

【0022】被加工材料51の端部（加工開始点65）の応力が集中しているのが分かる。なお、引っ張り方向の応力が+と定義されるので、この応力は引っ張り応力である。そして、端部（加工開始点65）の応力は、前述の図15に示すように、切断加工予定線57を挟んだそれぞれの板幅の長さL1、L2が均等でない場合、長さの短い側（図15においてはL1）に応力ピークが寄る傾向がある。即ち、図16に示すように、切断加工予定線57に対して応力のピーク位置がずれる。

【0023】これは応力ピーク位置から応力の減少する方向にかけての勾配がゆるいので、ピーク位置が面内応力の影響を受けやすいことが原因であると考えられる。

【0024】本発明は、上記のような従来の実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、加工手段を比較的簡易で経済的なものとしながらも、切断予定線に沿って高精度の切断を容易に行える切断装置及びその方法を提供することにある。

【0025】

【課題を解決するための手段】即ち、本発明は、被加工

材料の被切断位置を加熱して第一の加熱部を生じさせる第一の加熱手段と、前記第一の加熱部の一部に重複する第二の加熱部を生じさせる第二の加熱手段とを有し、前記第一及び第二の加熱手段が前記被加工材料に対して相対的に移動し、かつ、前記第二の加熱部の少なくとも一部分が上流側に向かって前記第一及び第二の加熱部の重複部分と同等若しくはそれ以下の幅を有している切断装置に係るものである。

【0026】本発明は又、被加工材料の被切断位置を加熱して加熱部を生じさせる加熱手段が前記被加工材料に対して相対的に移動し、かつ、前記加熱部が、上流側に向かって幅の狭くなる領域を有している切断装置に係るものである。

【0027】本発明は又、被加工材料の被切断位置を加熱して第一の加熱部を生じさせる第一の加熱手段と、前記第一の加熱部の一部に重複する第二の加熱部を生じさせる第二の加熱手段とを前記被加工材料に対して相対的に移動させながら加熱を行ない、この際、上流側に向かって前記第一及び第二の加熱部の重複部分と同等若しくはそれ以下の幅をなすように、前記第二の加熱部の少なくとも一部分を形成する切断方法に係るものである。

【0028】本発明は、更に、被加工材料の被切断位置を加熱して加熱部を生じさせる加熱手段を、前記被加工材料に対して相対的に移動させながら加熱を行ない、この際、上流側に向かって幅が狭くなる領域を有するように、前記加熱部を形成する切断方法に係るものである。

【0029】本発明によれば、第一の加熱部による加熱加えて、この第一の加熱部と第二の加熱部との重複部における二重の加熱がなされるために、切断加工予定線に対する加熱効率が十分となり、かつ、これに続けて、切断加工予定線を挟んで上流方向へ同等若しくはそれ以下の幅で第二の加熱手段による加熱がなされることになる。これにより、この加熱部においては切断加工予定線が連続して十分に加熱されると同時に、その周囲との間には十分な温度差が生じることになり、加熱による応力が被加工材料の厚さ方向へ生じ易く、しかも切断加工予定線の近傍に温度差による応力を集中させることができ、そのためにクラックが厚さ方向へ生じ易くかつ切断加工予定線に沿って生じることとなり、常に目的とするライン上を高精度に切断加工することができる。

【0030】又、単一の加熱手段による加熱においても、加熱部が上流側へ向かって幅が狭くなる領域を有しているので、この加熱においては、下流側で十分に加熱した後に幅狭の加熱を上流側へ連続して行えることになる。これにより、この加熱部においては、切断加工予定線が連続して十分に加熱されると同時に、その周囲との間には十分な温度差が生じることにより、加熱による応力が被加工材料の厚さ方向へ生じ易く、しかも、切断加工予定線の近傍に温度差による応力を集中させることができ、そのために、クラックが厚さ方向へ生じ易く、か

つ切断加工予定線に沿って生じることとなり、常に目的とするライン上を高精度に切断加工することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明においては、加熱手段に加熱ビームが用いられ、加熱部が、加熱ビームを部分的に遮蔽するマスク手段によって形成され、このマスク手段に設けられた切り欠き部によって加熱部が形成されるのが望ましい。

【0032】又、加熱部の外側が冷却手段によって冷却され、加熱部が、被切断位置に関して対称的な形状をなしているのが望ましい。

【0033】以下に、本発明の好ましい実施の形態を図面の参照下に詳しく説明する。

【0034】第1の実施の形態

本実施の形態による切断装置は、図3に示すように、台座19と、ガラス或いはアルミナセラミック、シリコンウエーハ等の被加工材料1を載置するXY可動テーブル2と、このXY可動テーブル2上に置かれた被加工材料1の加工開始点6から加工終了点7にかけてレーザービーム15を照射し、レーザー発振器11、外部ミラー10及び集光レンズ9より成る第一のレーザー3及び第二のレーザー4と、マスク支持脚18によって支持されてXY可動テーブル2を遮蔽するマスク5等とで構成されている。

【0035】そして、XY可動テーブル2は、X軸及びY軸方向に可動させることができ、その移動により、第一及び第二のレーザー3及び4からそれぞれ照射されるレーザービーム15の被加工材料1への照射位置を切断加工予定線8（図示せず）上に沿って移動させる事ができる。

【0036】なお、本実施の形態では、この第二のレーザー4から照射されるレーザービーム15の一部を遮って被加工材料1上の第二のレーザービームスポット16に冷却用の影部14を設けることができるように、被加工材料1と第二のレーザー4との間にマスク5を設置する。

【0037】なお、マスク5は、例えば、図2（図3をA方向から見た）及び図4に示すような、切り欠き部17を有する形をしており、例えば、第二のレーザービームスポット16の径が6mmφであるとするならば、第二のレーザー4のレーザービームスポット16に対して、その径の1/5～1/10程度と小さい、そして、切断加工予定線8に沿って等幅で、例えば0.7mm幅の帯状のレーザービーム照射域を発生することの可能な形状を有するものである。なお、マスク5は、切断加工予定線8に対して、第二のレーザービームスポット16にマスク5の切り欠き部17によって生じる影部14が左右対称になるように位置するように、配置する。

【0038】さらに、本実施の形態では、第一及び第二のレーザー3、4の出力はそれぞれ70Wであり、XY

可動テーブル2の移動速度は30mm/secである。

【0039】次に、本実施の形態によるレーザー2本構成の切断装置で、後方の第二のレーザービームスポット16にマスク5で影部（非加熱帯）14を与えた場合について述べる。

【0040】さて、第一のレーザー3により照射を受けた部分である第一のレーザービームスポット12が加熱されて膨張するのは、従来の1本レーザー構成の場合と同様である。しかしながら、さらに、第一のレーザー3による加熱に加え第二のレーザー4によっても加熱され、又、さらにその第二のレーザービームスポット16は、マスク5により、切断加工予定線8付近のみを加熱するようになっているので、第二のレーザービームスポット16の切断加工予定線8上は、1本レーザー構成の時よりさらに加熱される。

【0041】次に、この時の、被加工材料1上の最大主応力の分布を有限要素法解析によりシミュレートして示したのが図5である。被加工材料1の端部（加工開始点6）の応力が高いのは、従来例による図16の1本ビーム構成の場合と同様であるが、切断加工予定線8付近が後続のレーザーによって限定した領域でさらに加熱されていることから、熱勾配が急であり、それに伴い、最大主応力の勾配も急になっていることが分かる。

【0042】なお、従来例である図16に示した最大主応力の分布図においては、端部、最大主応力の幅方向の勾配が緩やかであるために、図15に示すように、被加工材料51の板幅への長さL1、L2が均等でないために、長さの短いL1側に応力のピークが寄る影響が大きくなりやすい。一方、図5においては、端部最大主応力の幅方向への勾配は急であるため、図15に示したように、L1、L2が均等でない応力の影響は従来例と同様に受けるものの、応力のピークが幅の短いL1側に寄る量は少なくなる。これは、熱による最大主応力が支配的で、構造非対称による面内応力の短い辺への偏りの影響は少ないためであると考えられる。

【0043】次に、第二のレーザーより照射されるレーザービーム15の一部を遮光するマスク5においては、本実施の形態の図1（a）に示すように、第二のレーザービームを0.7mm幅に等幅で狭くする方法を用いるのが1例であるが、図1の（b）や（c）のように、上流に向かって直線的に徐々に幅を狭めるものであってもその効果は同じであると考えられる。又、温度変化の連続性を重視して、上記の他、曲線の影部（非加熱帯）14をつけても、その効果は同じであると考えられる。

【0044】又、レーザー1本構成のレーザービームであっても、図1の（d）及び（e）のように、下流側は広いが連続して上流に向かって直線的に徐々に幅を狭める領域を有するように影部（非加熱帯）14をつけると、同様な効果があることが確認されている。

【0045】なお、第一及び第二のレーザーの設置位

置、台数、それぞれの出力、設置角度、移動速度、移動方法、レーザービームスポットの大きさ、第一及び第二のレーザーから被加工材料までの距離等は被加工材料の状況等に合わせて変化して良い。

【0046】更に、第一及び第二のレーザーは、それぞれが各個移動式となるか連動式となるかは自由に变化して良い。又、被加工材料への加熱手段は、所定の効果があるならばレーザー以外の方法を用いても良い。

【0047】又、XY可動テーブルの長さ、幅、厚さ、形状、移動方法、移動速度等は被加工材料の状況に合わせて自由に換えられる。又、マスクの大きさ、形状、長さ、幅、圧さ、材質、移動速度、移動手段等は所定の効果があるならば様々に変えて良い。

【0048】又、第二のレーザービームスポットの遮蔽手段については、所定の効果があるならばマスク以外の方法等を用いて良い。又、切り欠き部の幅、長さ、厚さ、形状等は自由に換えて良い。又、レーザー、XY可動テーブル、マスク等の移動方法については、それぞれが各個移動式或いは連動式のどちらでも良い。

【0049】又、レーザービームスポットにおいては、第一のレーザービームスポットと第二のレーザービームスポットとの重複する加熱部分の径は、第二のレーザービームスポットの径よりも小さく、しかも所定の効果があるならば、自由に換えて良い。又、第二のレーザービームスポットにおける影部（非加熱帯）の面積は所定の効果が得られれば自由に換えて良い。

【0050】なお、1本ビーム使用の切断装置においては、レーザービームスポットの下流における加熱部の径は、レーザービームスポット径より小さく、かつ所定の効果が得られれば、自由に換えて良い。

【0051】又、上記の影部（非加熱帯）の形状は相対的に上流に向かって直線的に広まっていく（加熱部が狭くなる。）が、他にも、曲線状、ステップ状或いは上記の組み合わせ等の様々な形状に自由に換えて良い。

【0052】なお、上記の実施の形態は、被加工材料を強制冷却せずにレーザービーム15に影部14を作ること、熱勾配を意図的に作り出すものであり、冷却装置の風量や温度等の設定が不要で、簡便であり、設備的にも安価で実施することが可能である。

【0053】又、切断加工に冷却手段を併用して切断する従来の方法は、被加工材料の熱伝導率が悪い場合には、冷却状態が、被加工材料1の裏側まで伝わらないうちにクラッキングを起こし、また厚い被加工材料の場合は、表面が切断状態になるだけなので、さらに力を加えて割ったりせねばならず、2度手間であった。

【0054】しかし、この実施の形態においては、熱が厚み方向に伝わることを利用するので、被加工材料がある程度の透過性をもつガラス等の場合は、強制冷却する場合よりも深い位置に温度勾配を設けることができるため、より厚い被加工材料でも、レーザーだけでの切断が

可能となる。

【0055】なお、この実施の形態は、レーザースポットに影部（非加熱帯）を設定するだけの簡便なものであり、レーザーのパワーによっては、例えば、一本のレーザービームに影部（非加熱帯）をつけるだけで、温度勾配を急峻にすることが可能で、複数のレーザーで温度勾配の制御を行なうよりも簡便で安価な切断加工が可能である。

【0056】又、これまでネックとなっていたレーザービームによる切断加工の制御を、安価で簡易に実施できるようになり、また、材料の損失が少なくなり、効率的に材料を使用することができるようになる。

【0057】なお、従来までの切断技術では、切り屑、研磨屑等が発生し、洗浄工程が材料の加工後に必要であったが、この加工方法を実現できることにより、屑が殆ど発生しないため、洗浄の必要が無くなり、工程削減が図れ、洗浄設備も必要無くなり、大幅なコストダウンが可能となる。

【0058】又、従来までの接触加工方法では、治具の磨耗等が発生するため、加工前半と後半とでの製品の精度のバラツキ、定期的なメンテナンス、又、治具の刃等の消耗品の交換等が発生していたが、非接触のレーザーが使用できるので、その必要がなくなる。

【0059】又、非接触加工であるレーザービームの溶断加工方法は、ウエーハ等で実施しようとすると、溶解若しくは蒸発した物質がウエーハ等に集積したLSIやICの表面に付着し、電極部の導電性を劣化させる等の悪影響があったため、行なえなかったが、本発明に基づけば実施できるようになる。

【0060】又、特に、ウエーハに関しては、加熱温度が300℃を越えると、配線、回路にダメージを与えるため、強力なレーザービームを照射し難かったが、冷却媒体の温度を低くすることにより加熱部と冷却部との温度差を大きくとれるので、レーザー自体の加熱温度を抑え、冷却に例えば液体窒素を使うことで大きな温度差を生じさせることができ、実施できるようになる。

【0061】又、特に、ウエーハ等の加工では、その品質の維持のために、クリーンルームでの加工や、何回もの洗浄が行われるが、屑の出ない本加工法により、工程を大幅に削減でき、又、品質信頼性を向上させることができる。

【0062】さらに、この手法においては、急峻な温度勾配（又は応力勾配）で切断を行なうため、切断後の形状は短冊状に限定する必要がなく、意図的な曲線でカットすることも可能となり、例えば円形にカットすることも可能となる。

【0063】本実施の形態によれば、第一の加熱部による加熱に加えて、この第一の加熱部と第二の加熱部との重複部における二重の加熱がなされるために、切断加工予定線に対する加熱効率が十分となり、かつ、これに続

けて、切断加工線を挟んで上流方向へ同等若しくはそれ以下の幅で第二の加熱手段による加熱がなされることになる。

【0064】これにより、この加熱部においては、切断加工予定線が連続して十分に加熱されるのと同時に、その周囲との間には十分な温度差が生じることにより、加熱による応力が被加工材料の厚さ方向へ生じ易く、しかも切断加工予定線の近傍に温度差による応力を集中させることができ、そのためにクラックが厚さ方向へ生じ易く、かつ、切断加工予定線に沿って生じることとなり、常に目的とするライン上の高精度な切断加工が可能である。

【0065】又、単一のレーザーによる加熱手段においても、加熱部が上流に向かって幅が狭くなる領域を有しているので、この加熱部においては、下流側で十分に加熱した後に幅狭の加熱を上流側へ連続して行なうことになる。これにより、この加熱部においては、切断加工予定線が連続して十分に加熱されるのと同時に、その周囲との間には十分な温度差が生じることにより、加熱による応力が被加工材料の厚さ方向へ生じ易く、しかも切断加工予定線の近傍に温度差による応力を集中させることができ、そのためにクラックが厚さ方向へ生じ易く、かつ、切断加工予定線に沿って生じることとなり、常に目的とするライン上の高精度な切断加工が可能となる。

【0066】第2の実施の形態
本実施の形態による切断装置は、図6に示すように、台座19と、ガラス、或いはアルミナセラミック、シリコンウエハ等の被加工材料1を載置するXY可動テーブル2と、このXY可動テーブル2上に置かれた被加工材料1の加工開始点6から加工終了点7にかけて光ビーム23を照射し、光源21、外部ミラー10及び集光レンズ9よりなる光源装置22と、光源装置22から照射される光ビーム23の一部を透過又は反射させるビームスプリッタ24と、反射したビーム23を反射するミラー25と、マスク支持脚18によって支持されてXY可動テーブル2を遮蔽するマスク5等とで構成されている。

【0067】そして、XY可動テーブル2は、X軸及びY軸方向に可動させることができ、その移動により、ビームスプリッタ24を透過した光ビーム23と、ビームスプリッタ24によって反射し、ミラー25によって反射される光ビーム23との被加工材料1への各照射位置を切断加工予定線8（図示せず）上に沿って移動させることができる。

【0068】なお、本実施の形態では、光源装置22からビームスプリッタ24を透過して照射される光ビーム23の一部を遮って、被加工材料1の第二の光ビームスポット27に冷却用の影部14を設けることができるように、被加工材料1と光源装置22との間にマスク5を設置する。

【0069】なお、マスク5は、例えば、図2に示すの

ような切り欠き部17を有する形をしており、例えば第二の光ビームスポット27の径が6mmφであるとするならば、第二の光ビームスポット27に対して、その径の1/5～1/10程度と小さく、そして、切断加工予定線8に沿って等幅な例えば、0.7mm幅の帯状の光ビーム照射スポットを発生することの可能な形状を有するものである。なお、マスク5は、切断加工予定線8に対して第二の光ビームスポット27にマスク5の切り欠き部によって生じる影部14が左右対称になるように配置する。

【0070】さらに本実施の形態では、光源装置22の出力は70Wであり、XY可動テーブル2の移動速度は30mm/secである。

【0071】次に、本実施の形態による光ビーム2本構成で、後方の第二の光ビームスポット27にマスク5で影部（非加熱部）14（図示せず）を与える場合について述べる。

【0072】さて、第一の光ビーム41により照射を受けた部分が加熱されて膨張する。続けて、第二の光ビーム42によっても加熱される。そして、生じる第二の光ビームスポット27は、マスク5の切り欠き部17により、切断加工予定線8（図示せず）付近のみを加熱するようになっているので、第二の光ビームレーザースポット27の切断加工予定線8上はさらに加熱される。

【0073】なお、所定の効果があるならば、光源装置22における光源の種類、光源装置から被加工材料1の表面までの距離、光ビームの出力等は自由に変えて良い。又、所定の効果があるならば、ビームスプリッタ24の設置する位置、設置角度、大きさ、形状、材質、設置手段等は自由に変えて良い。

【0074】又、所定の効果があるならば、ミラー25の設置する位置、設置角度、大きさ、形状、材質、設置手段等は自由に変えて良い。

【0075】本実施の形態によれば、一基の加熱装置（光源装置）で被加工材料を加熱できるので、切断装置を比較的簡易な構造にし、かつ、安価なものにできると考えられる。

【0076】その他、本実施の形態は、上述した第1の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。

【0077】第3の実施の形態

本実施の形態による切断装置は、図7及び8に示すように、台座19と、ガラス或いはアルミナセラミック、シリコンウエハ等の被加工材料1を載置するXY可動テーブル2と、このXY可動テーブル2上に置かれた被加工材料1の加工開始点6から加工終了点7にかけてパルスレーザービーム33を照射するための複数のパルスレーザー30と、そのパルス発振によってレーザービームを制御して照射するパルス発振器29と、外部ミラー10と、レーザービーム33のスポットサイズを調整する対物レンズ32等とで構成されている。

【0078】そして、XY可動テーブル2は、X軸及びY軸方向に可動させることができ、その移動により、レーザービーム33の被加工材料1への照射位置を切断加工予定線8（図示せず）上に沿って移動させることができる。

【0079】なお、本実施の形態では、対物レンズ32を通してパルスレーザー30から照射されるレーザービームのスポット28のサイズを変えることによって、従来の1本型の円形のレーザービームスポットではなく、図13（c）に示すように、複数のレーザービームスポット28による加熱部が、例えば中央のものは一定とし、その両側で徐々に小さくなるようにし、かつ切断加工予定線8をはさんで上流に向かって狭まるような形状にする。

【0080】なお、切断加工予定線8に対して、レーザービームスポット28の集合体の形状が左右対称になるように配置する。さらに、本実施の形態では、例えばパルスレーザー31の出力は70Wであり、XY可動テーブル2の移動速度は30mm/secである。

【0081】なお、上記の実施の形態においては、所定の効果があるならば、パルス発振器29の発するパルス波形、大きさ、形状、設置方法、被加工材料までの距離等は自由に変えて良い。又、所定の効果があるならば、パルスレーザー30から照射されるパルスレーザービームの本数、出力等は自由に変えて良い又、図13（c）に仮想線によって示すように、レーザービームスポットの径を変えてもよい。

【0082】本実施の形態によれば、パルスレーザーと対物レンズとによってパルスレーザービームスポットの形状を自在に変化させることによって、影部を設けるためのマスク等の遮蔽手段が不要となり、切断装置を比較的簡易で安価な構造にできる。

【0083】その他、本実施の形態は、上述した第1の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。

【0084】第4の実施の形態
本実施の形態による切断装置は、図9及び図10に示すように、台座19と、ガラス或いはアルミナセラミック、シリコンウエーハ等の被加工材料1を載置するXY可動テーブル2と、このXY可動テーブル2上に置かれた被加工材料1の加工開始点6から加工終了点7にかけてにレーザービームを照射するレーザー（図示せず）と、レーザービームスポット13の一部を冷却する冷却ノズル38及び冷却部を限定する折曲された遮蔽板36等で形成されている。

【0085】そして、XY可動テーブル2はX軸及びY軸方向に可動させることができ、その移動により、レーザービームの被加工材料1への照射位置を切断加工予定線8上に沿って移動させることができる。

【0086】なお、本実施の形態では、レーザービームスポット13に対し、切断加工予定線8を挟み、かつ上

流に向かって狭まる部分以外を冷却することができるように、被加工材料1とレーザーとの間に冷却ノズル38及び冷却部を限定する折曲形状の遮蔽板36を設置する。

【0087】そして、レーザービームスポット13の移動に供なって冷却ノズル38も移動し、遮蔽板36の冷却ノズル38側の部分を、冷却ノズル38を通して噴出口39より噴出する冷却剤37によって冷却する。

【0088】なお、冷却ノズル38は、切断加工予定線8に対して、レーザービームスポット13における冷却部34が切断加工予定線8を挟んで左右対称になるように位置する。又、本実施の形態では、レーザーの出力は70Wであり、XY可動テーブル2の移動速度は30mm/secである。

【0089】次に、図13の（a）及び（b）に示すように、一本ビーム及び2本ビームの双方の構成において、加熱部が徐々に幅を狭めるように冷却ノズル38の遮蔽板36の取付け角度と位置とを決める。

【0090】なお、遮蔽板36の厚さ、材質、長さ、幅、取付け位置、取付け角度、折曲の形状等は所定の効果があるならば自由に変えて良い。

【0091】又、本実施の形態では、冷却ノズル38の径は、例えば0.3mmφ程度とした。しかし、同等の効果があるならば、ノズルの径や位置等は自由に変えてよい。

【0092】さらに、冷却ノズル38の曲部（先端部）38aは被加工材料1の表面に一定の圧力で接しながら、レーザーに伴なって移動してよいが、その接触圧や接触面積は任意に変えてよい。

【0093】又、冷却ノズル38内を通過する冷媒の温度や送量は、被加工材料1の種類、厚さやレーザーの出力パワー等の諸条件によって異なるが、本実施の形態では、室温（25℃程度）の水等の冷却剤37を送ることにより切断加工を行なえる。

【0094】本実施の形態によれば、レーザーによる加熱部の一部の遮蔽板で仕切られた個所のみに冷却剤を吹き付けて強制冷却するために、レーザーによる加熱部と冷却ノズルによる冷却部との間の温度差によって生じる応力がシャープになり、切断加工予定線8に沿った被加工材料の厚さ方向へのクラックが入り易くなると考えられる。

【0095】その他、本実施の形態は、上述した第1の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。

【0096】第5の実施の形態

本実施の形態は、図11に示すように、冷却手段に冷却パイプ40を用いる以外は第4の実施の形態と同様であり、同様の効果が得られる。

【0097】即ち、冷却パイプ8の所定幅の先端部40aを、第4の実施の形態における冷却用の遮蔽板36と同じ位置に配置することにより、レーザービーム（図示

せず)による加熱部の一部をレーザービームの移動に供って強制冷却し、それによって、レーザーによる加熱部と冷却パイプの先端部40aも冷却された冷却部との温度差によって応力がシャープになり、切断加工予定線8に沿った被加工材料の厚さ方向へのクラックが入り易くなると考えられる。

【0098】なお、本実施の形態では、冷却パイプ40のパイプ径は、例えば0.3mmφ程度とし、レーザービームスポットに所定幅で接触するように配置する。しかし、同等の効果があるならば、パイプ径や位置等は自由に変えてよい。

【0099】又、冷却パイプ40は被加工材料1の表面に一定の圧力で接しながらレーザーに供なって移動してよいが、その接触圧や接触面積は任意に変えてもよい。

【0100】なお、冷却パイプ40内の冷媒の冷却温度については、温度勾配によって熱応力を発生させて亀裂を進展させる技術であるため、低くできればできる程、加工速度が上がることから、結果が一層良好となる。なお、加熱部を強制冷却することが目的であるため、冷媒はガス状の気体である必要はなく、冷却水や液体窒素等の冷却液体を用いてよい。

【0101】その他、本実施の形態は、上述した第1の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。

【0102】次に、本実施の形態による冷却手段は、例えば、図12の(a)及び(b)に示すように、ガラス、アルミナセラミック、シリコンウエーハ等の被加工材料1を載置するステージ2上に置かれた被加工材料1に冷却剤37を吹き付ける冷却ノズル38を具備している。

【0103】そして、冷却ノズル38は矢印の方向へ移動させることができ、その移動により、冷却ノズル38の被加工材料1への冷媒噴出口39の位置をレーザーの移動に伴って切断加工予定線8に沿って移動させることができる。

【0104】又、本実施の形態による冷却手段は、レーザービームによって加熱された被加工材料1を局部的に強制冷却することが目的であるので、冷却剤37として必ずしも冷却風のような気体を用いる必要はなく、冷却水や液体窒素等の冷却液体を用いてもよい。

【0105】この場合は、図12の(a)に示すように、冷却剤37を通した冷却パイプ40の先端部40aを加熱された被加工材料1に所定幅で接触させ、強制冷却する方法や、図12の(b)に示すように、冷却剤37を通した冷却ノズル38の曲部38aを加熱された被加工材料1に所定幅で接触させる方法等を用いてもよく、その方法にはこだわらない。

【0106】以上、本発明の実施の形態を説明したが、上述の実施の形態は本発明の技術的思想に基づいて更に変形が可能である。

【0107】例えば、所定の効果が得られるならば、被

加工材料の加熱に二本のレーザービームを使う際に、双方のレーザービームスポットがマスクによって遮蔽されても良い。

【0108】又、所定の効果があり、先頭からレーザービームスポットを次第に小さくするならば、レーザービームの本数は二本以上に増やしても良い。

【0109】又、被加工材料に所定幅で接触する冷却手段は、上述したもの以外であってよく、例えば、ペルティエ素子のような電氣的制御が可能な冷却用素子を用いると、冷却径を一層小さくでき、かつ高効率な冷却が可能となり、また冷却部を小型、軽量化し、構造も簡略化できる。ペルティエ素子はまた、局部加熱用としてもレーザービームの代りに用いることもできる。

【0110】

【発明の作用効果】本発明によれば、第一の加熱部による加熱に加えて、この第一の加熱部と第二の加熱部との重複部における2重の加熱がなされるために、切断加工予定線に対する加熱効率が十分となり、かつ、これに続けて、切断加工線を挟んで上流方向へ同等若しくはそれ以下の幅で第2の加熱手段による加熱がなされることになる。これにより、この加熱部においては、切断加工予定線が連続して十分に加熱されるのと同時に、その周囲との間には十分な温度差が生じることにより、加熱による応力が被加工材料の厚さ方向へ生じ易く、しかも切断加工予定線の近傍に温度差による応力を集中させることができ、そのためにクラックが厚さ方向へ生じ易く、かつ、切断加工予定線に沿って生じることとなり、常に目的とするライン上の高精度な切断加工が可能となる。

【0111】又、単一の加熱手段を用いる場合においても、加熱部が上流に向かって幅が狭くなる領域を有しているため、この加熱部においては、下流側で十分に加熱した後に幅狭の加熱を上流側へ連続して行なうことになる。これにより、この加熱部においては、切断加工予定線が連続して十分に加熱されるのと同時に、その周囲との間には十分な温度差が生じることにより、加熱による応力が被加工材料の厚さ方向へ生じ易く、しかも切断加工予定線の近傍に温度差による応力を集中させることができ、そのためにクラックが厚さ方向へ生じ易く、かつ、切断加工予定線に沿って生じることとなり、常に目的とするライン上の高精度な切断加工ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態におけるレーザービームスポットの平面図である。

【図2】同、切断装置の平面図である。

【図3】同、切断装置の側面図である。

【図4】同、切断装置の斜視図である。

【図5】同、レーザー照射時の立体応力分布図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態における切断装置の側面図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態における切断装置の

側面図である。

【図8】同、切断装置の斜視図である。

【図9】本発明の第4の実施の形態における切断装置の断面図及び平面図である。

【図10】同、切断装置の斜視図である。

【図11】本発明の第5の実施の形態における切断装置の斜視図である。

【図12】同、切断装置の断面図である。

【図13】本発明の他の実施の形態におけるレーザービームスポットの平面図である。

【図14】従来例による切断装置の断面図及び平面図である。

【図15】同、レーザー照射時の平面応力分布図である。

【図16】同、レーザー照射時の立体応力分布図である。

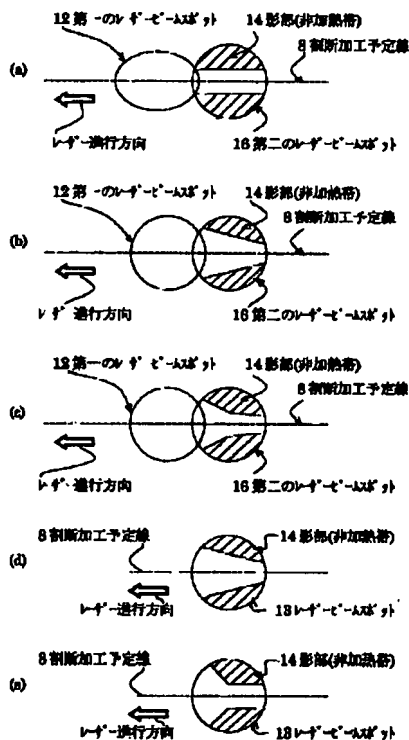
【図17】同、切断される被加工材料の応力分布と切断状態を示す平面図である。

【図18】同、切断された被加工材料の平面図である。

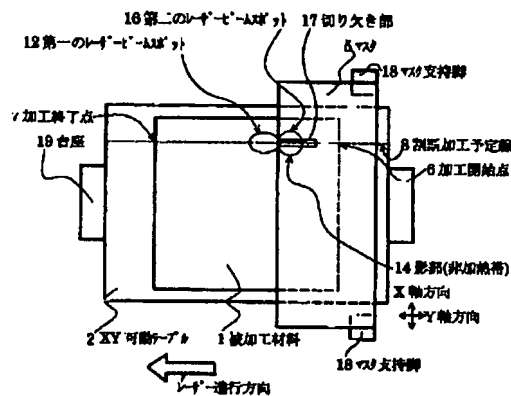
【符号の説明】

1…被加工材料、2…XY可動テーブル、3…第一のレーザー、4…第二のレーザー、5…マスク、6…加工開始点、7…加工終了点39、8…切断加工予定線40、9…集光レンズ、10…外部ミラー、11…レーザー発振器、12…第一のレーザービームスポット、13…レーザービームスポット、14…影部(非加熱部)、15…レーザービーム、16…第二のレーザービームスポット、17…切り欠き部、18…マスク支持脚、19…台座、20…レーザービームセンター、21…光源、22…光源装置、23…光ビーム、24…ビームスプリッタ、25…ミラー、26…第一の光ビームスポット、27…第二の光ビームスポット、28…パルスレーザービームスポット、29…パルス発振器、30…パルスレーザー発振器、31…パルスレーザー、32…対物レンズ、33…パルスレーザービーム、34…冷却部、35…加熱部、36…遮蔽板、37…冷却剤、38…冷却ノズル

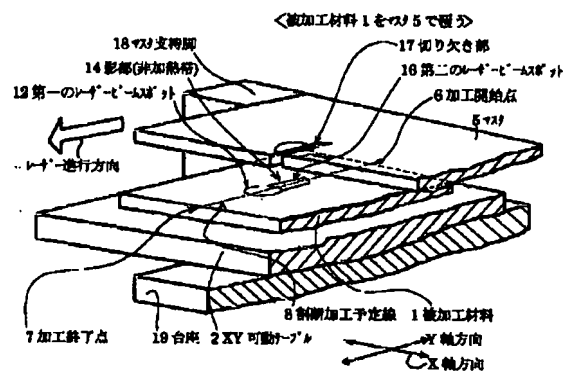
【図1】



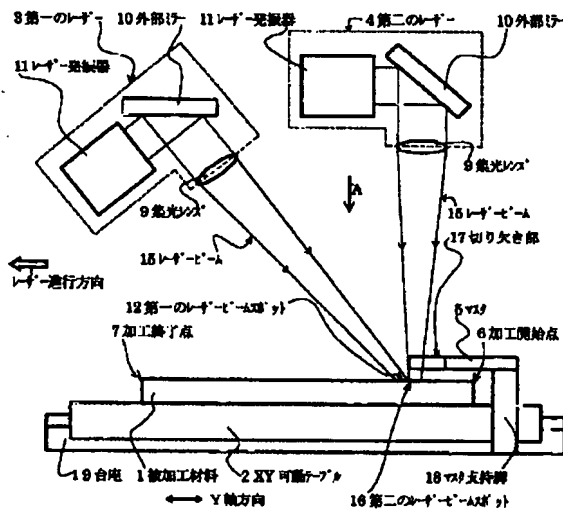
【図2】



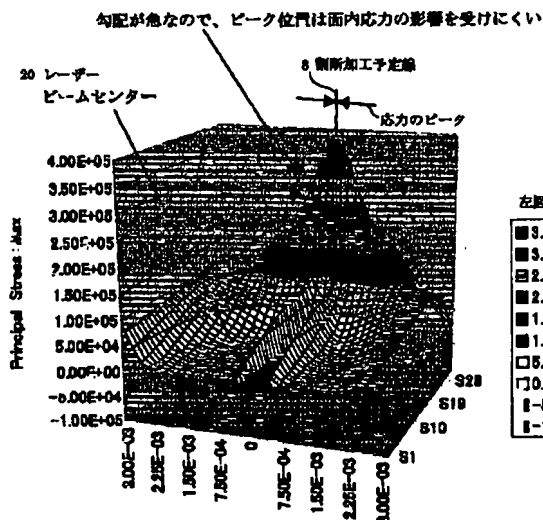
【図4】



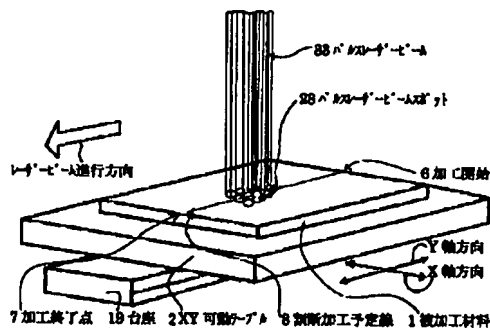
【図3】



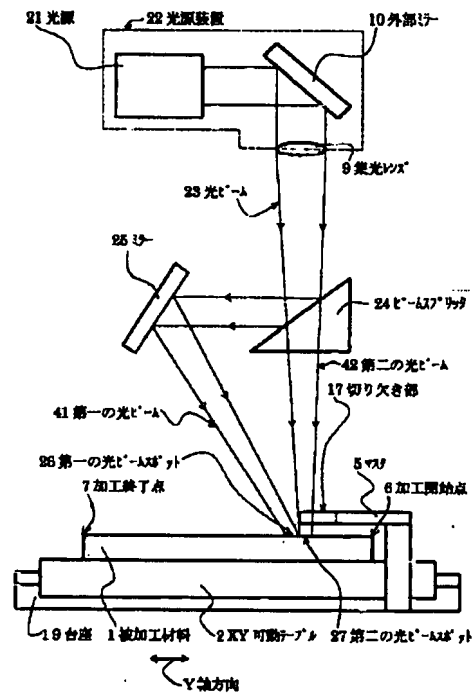
【図5】



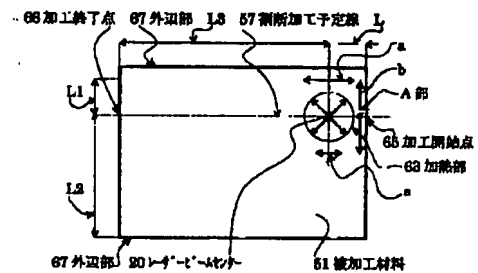
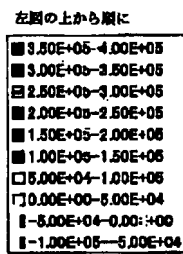
【図8】



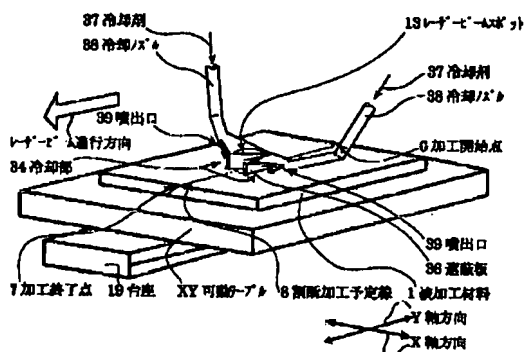
【図6】



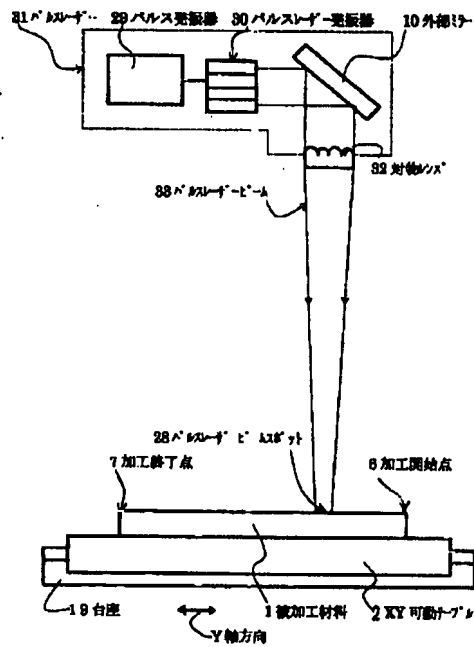
【図15】



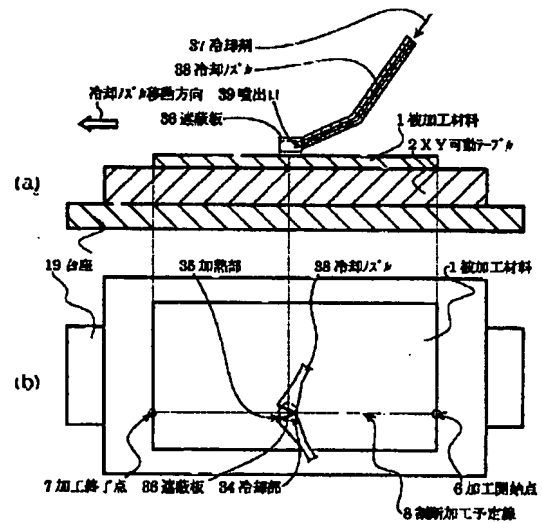
【図10】



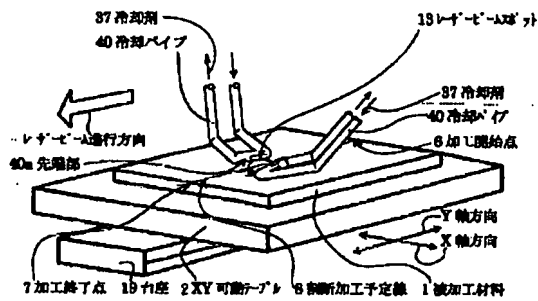
【図7】



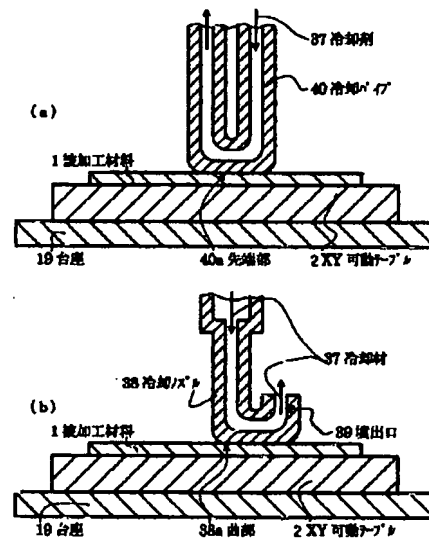
【図9】



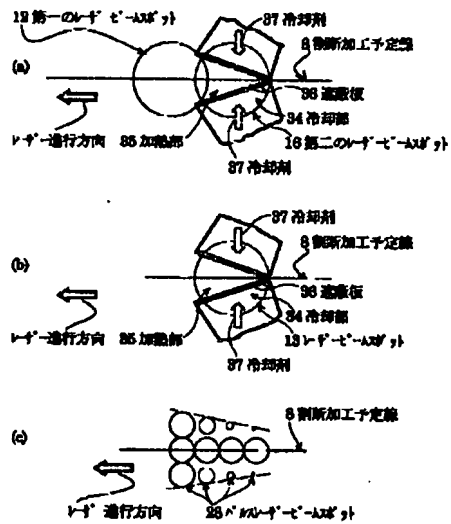
【図11】



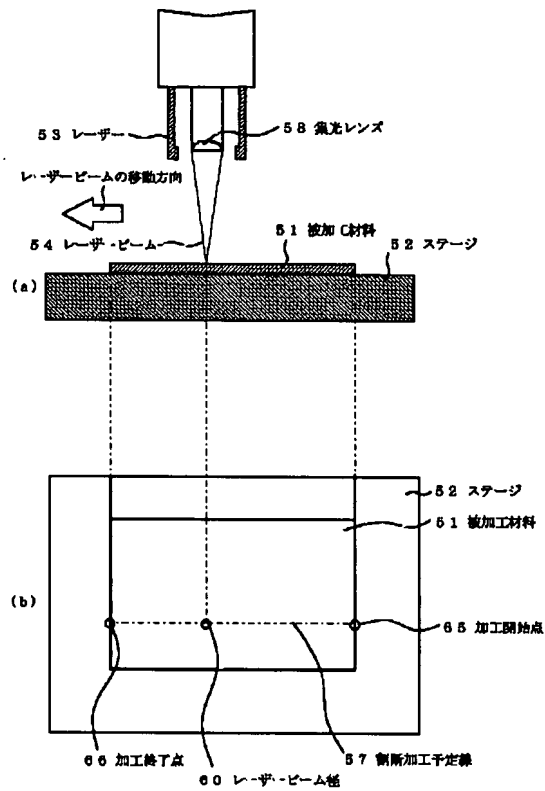
【図12】



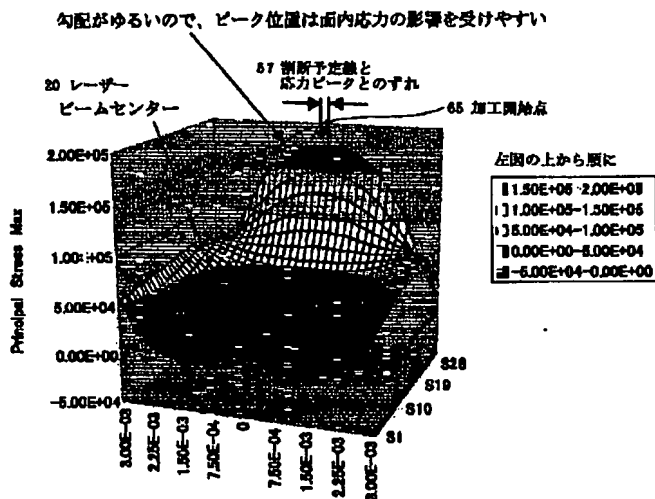
【図13】



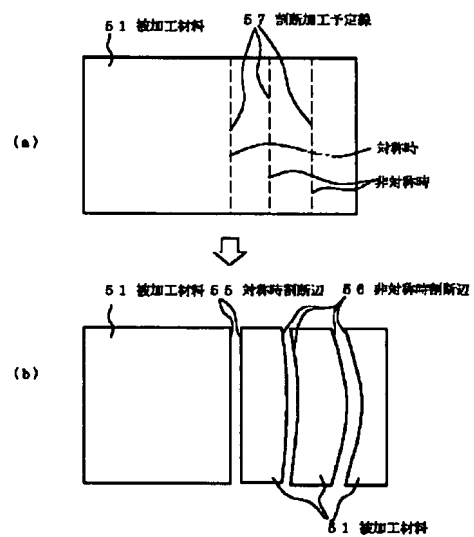
【図14】



【図16】



【図18】



【図17】

